

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-163841

(43)Date of publication of application : 18.06.1999

(51)Int.Cl. H04L 1/02
H03M 13/12
H03M 13/22
H04B 1/16
H04J 13/04
H04L 1/00

(21)Application number : 10-226222

(71)Applicant : ORBITAL SCI CORP

(22)Date of filing : 10.08.1998

(72)Inventor : BYUN KUWAN I

(30)Priority

Priority number : 97 908045

Priority date : 11.08.1997

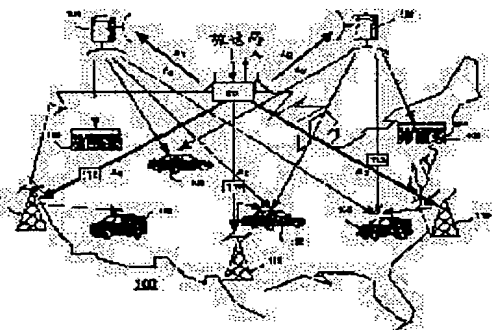
Priority country : US

(54) DIGITAL AUDIO BROADCASTING(DAB) SYSTEM, COMMUNICATION METHOD IN DAB SYSTEM, DAB TRANSMISSION SYSTEM, TURBO ENCODER CIRCUIT, RECEIVER FOR DAB SYSTEM, DIGITAL COMMUNICATION SYSTEM, DIGITAL RECEIVER AND PRODUCT INCLUDING MACHINE READABLE MEDIUM HAVING DIGITAL CODE SEQUENCE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce transmitter output power by sending 1st and 2nd broadcasting signals that are performed turbo encoding through at least one prescribed path, including plural receiver means to receive it and the receivers respectively outputting digital radio information from the 1st and 2nd broadcasting signals which are undergone turbo encoding.

SOLUTION: This system compensates difference between propagation delay through dual satellites 104 and 106 and propagation delay through an earth gap filling device 110 network. It includes two delays, i.e., what aligns an A1 signal that sends gap filling device transmission of the A1 signal through the satellite 104 and what aligns an A2 signal through the satellite 106. A RAKE receiver eliminates self-interference by maintaining incoming delay diffusion of a signal from the satellites, the gap filling device transmitter and a reflected multi-pass within one bit period so that the orthogonality of a synchronous OCDMA system may be maintained.



LEGAL STATUS

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-163841

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月18日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 4 L 1/02

H 0 4 L 1/02

H 0 3 M 13/12

H 0 3 M 13/12

13/22

13/22

H 0 4 B 1/16

H 0 4 B 1/16

G

H 0 4 J 13/04

H 0 4 L 1/00

B

審査請求 未請求 請求項の数68 O L (全 23 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平10-226222

(22) 出願日

平成10年(1998) 8月10日

(31) 優先権主張番号

0 8 / 9 0 8 0 4 5

(32) 優先日

1997年 8月11日

(33) 優先権主張国

米国 (U S)

(71) 出願人 596145271

オービタル サイエンス コーポレイシ
ョン

アメリカ合衆国 バージニア州, ダレス
アトランティック プールバード

21700

(72) 発明者 ビュン・クワン・イ

アメリカ合衆国, 20855 メリーランド州,
ダーウッド, ニードウッド・ロード, 7308

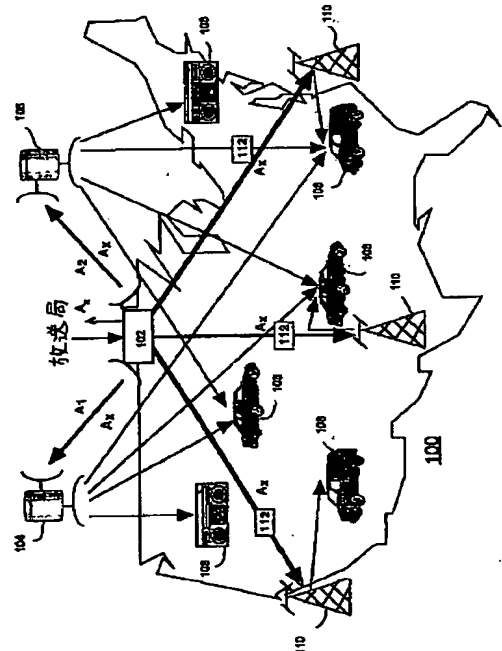
(74) 代理人 弁理士 深見 久郎 (外 3 名)

(54) 【発明の名称】 デジタルオーディオ放送 (DAB) システム、DABシステムで通信する方法、DAB伝送システム、ターボエンコーダ回路、DABシステム用受信機、デジタル通信システム、デジタル受信

(57) 【要約】

【課題】 ターボ符号化される衛星デジタル音声同報通信システムにおいて音声信号を同報通信するためのシステムおよび方法であって、コード組合せを有するターボ符号化システムとコードダイバーシチ技術との組合せを利用することにより、通信に必要なパワーの低減と1/4のより高いコードレートでの通信とを、バンクチャリングシーケンスとパイロット信号に補助される直交CDMAとを利用することによって達成する音声信号同報通信システムおよび方法を提供する。

【解決手段】 音声信号同報通信システム100および方法は、修正されたR S K E受信機を用いる改良された受信機システムを含むことにより、レイリーマルチパスフェージング、シャドーイング、および時相ブロックを軽減し、性能を向上させる。このシステムおよび方法はさらに、低減された数のギャップ充填器を有する地上ギャップ充填ネットワークを利用する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 デジタル無線情報の信号を放送し、マルチパスフェージング、信号シャドウイングおよび時相ブロックを低減するようにされるデジタルオーディオ放送（DAB）システムであって、

デジタル無線情報を含む第 1 のターボエンコードされた放送信号と第 2 のターボエンコードされた放送信号とを送信するための手段を有する放送源を含み、前記第 1 および第 2 のターボエンコードされた放送信号は少なくとも 1 つの所定の経路で送信され、前記 DAB システムはさらに、

前記第 1 および第 2 のターボエンコードされた放送信号を受信するための複数の受信機手段を含み、前記受信機は地表面またはその付近に位置し、前記受信機の各々は前記第 1 および第 2 のターボエンコードされた放送信号からデジタル無線情報を出力するための手段を含む、DAB システム。

【請求項 2】 前記放送源は前記第 1 のターボエンコードされた放送信号を第 1 の経路で第 1 の衛星に送信する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】 前記放送源は前記第 2 のターボエンコードされた信号を第 2 の経路で第 2 の衛星源に送信する、請求項 2 に記載のシステム。

【請求項 4】 前記放送源は前記第 1 および第 2 のターボエンコードされた放送信号をギャップ充填ネットワークに送信する、請求項 3 に記載のシステム。

【請求項 5】 前記ギャップ充填ネットワークは、前記第 1 および第 2 の衛星を介する伝搬信号遅延を補償するよう、前記第 1 および第 2 のターボエンコードされた放送信号を遅延するための遅延手段を含む、請求項 4 に記載のシステム。

【請求項 6】 前記第 1 および第 2 のターボエンコードされた放送信号は、インタリーブされないデータおよびパリティチェック要素から本質的になる、請求項 5 に記載のシステム。

【請求項 7】 前記第 2 のターボエンコードされた放送信号は、インタリーブされたデータおよびパリティチェック要素から本質的になる、請求項 6 に記載のシステム。

【請求項 8】 前記放送源は、前記第 1 および第 2 のターボエンコードされた放送信号を別個の信号経路で前記第 1 および第 2 の衛星源の各々に送信し、前記第 1 および第 2 の衛星源を前記ギャップ充填ネットワークに送信するための少なくとも 1 つの送信機をさらに含む、請求項 7 に記載のシステム。

【請求項 9】 前記第 1 および第 2 のターボエンコードされた放送信号は 1/2 のコードレートで送信される、請求項 8 に記載のシステム。

【請求項 10】 前記受信機手段はさらに、前記受信機手段に接続され、前記第 1 および第 2 のターボエンコー

ドされた放送信号の拡散信号からなる無線周波数（RF）信号を受信するためのアンテナ手段をさらに含む、請求項 9 に記載のシステム。

【請求項 11】 前記受信機手段は、前記 RF 信号を前記第 1 および第 2 の DAB エンコードされた放送信号のベースバンド周波数に変換するためのダウンコンバータ手段を含み、前記ダウンコンバータ手段は RF 信号を前記ベースバンド周波数に変換する局部発振器を有する、請求項 10 に記載のシステム。

【請求項 12】 前記ダウンコンバータ手段は前記 RF 信号を中間周波数に変換する、請求項 11 に記載のシステム。

【請求項 13】 前記アンテナ手段は半球形有効範囲アンテナである、請求項 12 に記載のシステム。

【請求項 14】 前記受信機手段は固定受信機である、請求項 13 に記載のシステム。

【請求項 15】 前記受信機手段は移動受信機である、請求項 14 に記載のシステム。

【請求項 16】 デジタルオーディオ放送（DAB）システムにおいてターボ符号化を用いて送信機から受信機へオーディオ信号を通信する方法であって、

オーディオ信号を、第 1 の経路で、実質的な静止軌道にある第 1 の衛星に送信するために、オーディオ信号を、ターボコードに従い、1/3 レートからパンクチャリングされた 1/2 のコードレートでエンコードするステップと、

直交 CDMA（OCDMA）変調器を用いて第 1 のパイロット信号およびエンコードされたオーディオ信号の所定数のチャネルを組合せるステップとを含み、前記 OCDMA 変調器は、前記第 1 のパイロット信号と前記所定のチャネルの前記エンコードされたオーディオ信号とを含む第 1 のターボエンコードされた放送信号を形成するよう、 W_0 、 W_1 、 W_2 、 \dots 、 W_{31} の直交ウォルシュシーケンスから本質的になり、前記方法はさらに、

前記第 1 のターボエンコードされた放送信号を、前記第 1 のパイロット信号がより高いパワーで送信される前記第 1 の経路で送信するステップと、

1/3 レートから 1/2 レートへパンクチャリングされたターボコードに従ってインタリーブされたオーディオ信号をエンコードし、実質的な静止軌道にありかつ前記第 1 の衛星から間隔をおいて離れた第 2 の衛星に第 2 の経路で送信するステップと、

前記 OCDMA 変調器を用いて第 2 のパイロット信号と前記チャネルのエンコードされインタリーブされたオーディオ信号を組合せるステップとを含み、前記 OCDMA 変調器は、前記第 2 のパイロット信号と前記所定のチャネルの前記エンコードされインタリーブされたオーディオ信号とを含む第 2 のターボエンコードされた放送信号を形成するよう、 W_{32} 、 W_{33} 、 W_{34} 、 \dots 、 W_{63} の直交ウォルシュシーケンスから本質的になり、前記方法はさ

らに、

前記第 2 のターボエンコードされた放送信号を、前記第 2 のパイロット信号 W_{32} がより高いパワーで送信される第 2 の経路で送信するステップと、

受信機において、

前記第 1 および第 2 のターボエンコードされた放送信号を受信するステップと、

前記直交ウォルシュシーケンスを用いて前記第 1 および第 2 のターボエンコードされた放送信号のうちの選択されたチャネルを復調し、それによって、前記第 1 および第 2 のターボエンコードされた放送信号の前記復調は、別個の RAKE 受信機手段を用いることにより、前記第 1 および第 2 の経路から受信された前記第 1 および第 2 のターボエンコードされた信号からのオーディオ信号を最適に組合せるようにされるステップとを含み、

それによって、前記受信機において、前記第 1 および第 2 のターボエンコードされた放送信号を組合せることにより、インタリーブされない系統的シーケンス X_1 とインタリーブされた系統的シーケンス X_2 とをコードダイバシティ組合せに関連させて送信する前記ステップは、 $1/4$ の全体コードレートを達成する、方法。

【請求項 17】 前記第 1 および第 2 の経路を、衛星、ギャップ充填装置および／またはマルチパス信号から受信するステップをさらに含む、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 18】 前記第 1 および第 2 のターボエンコードされた放送信号をギャップ充填ネットワークに送信するステップをさらに含む、請求項 17 に記載の方法。

【請求項 19】 前記第 1 および第 2 の経路を介しての衛星ネットワークへの信号遅延を補償するよう、前記第 1 および第 2 のターボエンコードされた放送信号の送信を遅延させるステップをさらに含む、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 20】 受信機をさらに含む、

多重化された系統的シーケンスおよびパリティシーケンスから系統的オーディオ信号を分離するよう、前記第 1 および第 2 のターボエンコードされた放送信号をデマルチプレクスするステップと、

前記第 1 および第 2 のターボエンコードされた放送信号の各々のコードダイバシティを組合せるステップとを含み、前記第 1 および第 2 のターボエンコードされた放送信号の各々は $1/2$ のコードレートを有し、それによって、前記第 1 および第 2 のターボエンコードされた放送信号の前記コードダイバシティおよび前記組合せは $1/4$ のコードレートをもたらす、請求項 19 に記載の方法。

【請求項 21】 受信機において、

前記第 1 および第 2 のターボエンコードされた放送信号をアンテナで受信するステップと、

前記受信された第 1 および第 2 のターボエンコードされ

た放送信号の前記直交ウォルシュシーケンスの伝送レートを示す情報を含む前記第 1 および第 2 のパイロット信号を得るステップと、

前記受信された信号の各々および経路を、別個の第 1 および第 2 の系統的オーディオ信号ならびに前記第 1 および第 2 のパリティシーケンスにデマルチプレクスするステップと、

前記第 1 のパリティシーケンスと前記第 1 の系統的オーディオ信号とを第 1 の MAP デコーダに与えるステップと、

前記第 1 の MAP デコーダのデコードされた出力信号をインタリーバに与えるステップと、

前記インタリーブのデコードされデインタリーブされた出力信号を前記第 2 のパリティシーケンスと組合せて第 2 の出力信号を形成するステップと、

前記第 2 の出力信号と前記第 2 の系統的オーディオ信号とを第 2 の MAP デコーダに供給することにより、デコードされたデジタルオーディオ信号を出力し、それによってオーディオ信号をデインタリーブするステップと、オーディオ信号を出力装置に与えるステップとを含む、請求項 20 に記載の方法。

【請求項 22】 入力アナログオーディオデータおよび情報を放送信号に変換するためのデジタルオーディオ放送 (DAB) 送信システムであって、

第 1 の PN シーケンスを第 1 の PN チャネルで発生しかつ第 2 の PN シーケンスを第 2 の PN チャネルで発生するための長い擬似ランダム (PN) シーケンス手段と、入力アナログオーディオデータを連続的にサンプリング処理して、パケット化されたデジタルオーディオデータにエンコードする複数のオーディオエンコード手段とを含み、前記オーディオエンコード手段は所定数のオーディオチャネルに対する入力有し、前記オーディオチャネルの各々は前記オーディオエンコード手段に結合され、前記 DAB 送信システムはさらに、

前記オーディオエンコード手段の各々に結合され、前記オーディオエンコード手段から与えられる前記パケット化されたデジタルオーディオデータをエンコードするための複数のターボエンコード手段を含み、前記ターボエンコード手段の各々は前記デジタルオーディオデータをターボコードエンコードプロセスに従ってエンコードし、前記ターボエンコード手段の各々は、前記オーディオチャネルごとに、前記デジタルオーディオデータを第 1 のターボエンコードされた信号と第 2 のターボエンコードされた信号とにエンコードし、前記 DAB 送信システムはさらに、

前記第 1 の PN シーケンスと、前記第 2 の PN シーケンスと、前記第 1 のターボエンコードされた信号と、前記第 2 のターボエンコードされた信号とを、直交ウォルシュシーケンス $W_0, W_1, W_2, \dots, W_n$ に従って変調する変調手段を含み、前記変調手段は前記第 1 の PN シー

ケンスをウォルシュコード W_0 で乗算することによって前記第 1 の PN シーケンスを第 1 のパイロット信号に変調し、前記変調器手段は前記第 1 の PN シーケンスをウォルシュコード W_{32} で乗算することによって前記第 2 の PN シーケンスを第 2 のパイロット信号に変調し、前記変調器手段は各前記チャネル上の前記第 1 のターボエンコードされた信号をそれぞれ W_1, W_2, \dots, W_{31} で乗算することによって各前記オーディオチャネルごとに前記第 1 のターボエンコードされた信号を変調し、前記変調器手段は各前記オーディオチャネルに対する前記第 2 のターボエンコードされた信号をそれぞれウォルシュコード $W_{32}, W_{33}, \dots, W_{63}$ で乗算することによって前記第 2 のターボエンコードされた信号を変調し、前記 DAB 送信システムはさらに、

ウォルシュコード W_0 によって拡散された前記第 1 のパイロット信号と前記ウォルシュコード $W_1 \dots W_{31}$ によって拡散された前記第 1 のターボエンコードされた信号と組合せることによって第 1 のターボエンコードされた放送信号を形成し、前記ウォルシュコード $W_{32} \dots W_{63}$ によって拡散された前記第 2 のパイロット信号を第 2 のターボエンコードされた放送信号に組合せるための手段を含み、第 1 および第 2 のパイロット信号はより大きいパワーで送信され、前記 DAB 送信システムはさらに、前記組合せられた第 1 のパイロット信号と前記第 1 のターボエンコードされた放送信号とを第 1 の送信経路で送信し、前記組合せられた第 2 のパイロット信号と前記第 2 のターボエンコードされた放送信号とを第 2 の送信経路で送信するための手段とを含む、DAB 送信システム。

【請求項 23】 前記第 1 の送信経路は第 1 の衛星およびギャップ充填装置に向かう、請求項 22 に記載の DAB 伝送システム。

【請求項 24】 前記第 1 の送信経路は第 2 の衛星およびギャップ充填装置に向かう、請求項 23 に記載の DAB 伝送システム。

【請求項 25】 デジタル化されたオーディオデータ信号を受取るための入力手段と、

前記オーディオデータ信号をエンコードするための第 1 の構成素エンコーダ手段とを含み、前記第 1 の構成素エンコーダ手段は出力信号 X_1 とパリティ信号シーケンス Y_1 とを再帰型畳み込み系統的コードに従い $1/2$ のコードレートで与え、さらに、

前記入力手段によって受け取られた前記オーディオデータ信号をインタリーブするためのインタリーブ手段を含み、前記インタリーブ手段は、前記オーディオデータ信号の連続ビットを、インタリーブされたオーディオデータ信号に置換し、さらに、

前記インタリーブ手段に結合され、前記インタリーブ手段から与えられる前記インタリーブされたオーディオデータ信号をエンコードするための第 2 の構成素エンコー

ダ手段を含み、前記第 2 の構成素エンコーダ手段はインタリーブされた出力信号 X_2 とパリティ信号シーケンス Y_2 とを再帰型畳み込み系統的コードに従い $1/2$ のコードレートで与え、さらに、

前記第 1 および第 2 の構成素エンコーダ手段の各々から受け取られる前記パリティ信号シーケンス Y_1 および Y_2 をバンクチャリングすることにより、パリティビット y_2 および y_1 の交互にシーケンス化された出力を与える第 1 のバンクチャラ手段と、

前記第 1 および第 2 の構成素エンコーダ手段の各々から受け取られる前記パリティ信号シーケンス Y_1 および Y_2 をバンクチャリングすることにより、パリティビット y_1 および y_2 の交互にシーケンス化された出力を与える第 2 のバンクチャラ手段と、

前記インタリーブされない出力信号 X_1 と前記パリティビット y_2 および y_1 の交互にシーケンス化された出力とを第 1 のバンクチャラパターン

【数 1】

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

に従って多重化するための第 1 の多重化手段と、

前記インタリーブされた出力信号 X_2 と前記パリティビット y_1 および y_2 の交互にシーケンス化された出力とをバンクチャラパターン

【数 2】

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

に従って多重化するための第 2 の多重化手段とを含む、

ターボエンコーダ回路。

【請求項 26】 デジタルオーディオ放送 (DAB) システムのための受信機であって、

拡散スペクトラムターボエンコードされた放送信号からなる無線周波数 (RF) 信号を受信するアンテナを含み、前記アンテナは前記ターボエンコードされた放送信号を複数の衛星および/またはギャップ充填ネットワークから受信し、前記受信機はさらに、

前記アンテナに結合され、前記 RF 信号を増幅するための増幅器と、

前記増幅器に結合され、前記 RF 信号を、局部発振器により決定される周波数へ変換するためのダウンコンバータ手段とを含み、前記ダウンコンバータ手段は、前記 RF 信号を、前記局部発振器の前記所定周波数により発生される正弦波形で乗算し、前記受信機はさらに、

前記ダウンコンバータ手段に結合され、前記受信されるターボエンコードされた放送オーディオ信号に対してアナログ信号からデジタル化された信号へ変換するための、アナログからデジタルへの (A/D) 変換器手段と、

前記 A/D 変換器手段から与えられる前記ターボエンコ

ードされた放送信号を復調するための復調器手段とを含み、前記復調器手段はデュアル同期手段を含み、前記同期手段の各々が少なくとも1つのパイロットシーケンスを検出し、前記動機手段による前記少なくとも1つのパイロットシーケンスの検出は、前記ターボエンコードされた放送信号を第1のウォルシュシーケンス W_0 で乗算することにより、第1の信号経路 A_1 で送信される前記ターボエンコードされた放送信号に対する第1のビットおよびパケットエポック時間 R_{X1} の第1の評価を形成すること、および前記受信されるターボエンコードされた放送信号を第2のウォルシュシーケンス W_{32} で乗算することにより、第2の信号経路 A_2 で送信される前記ターボエンコードされた放送信号の第2のビットおよびパケットエポック時間 R_{X2} の第2の評価を形成することによって行なわれ、前記受信機はさらに、前記衛星、ギャップ充填装置および／またはマルチパス反射からの前記第1および第2のターボエンコードされた信号を組合せるためのデュアルRAKE受信機手段を含み、前記RAKE受信機手段の各々は前記ターボエンコードされた放送オーディオ信号を受取るよう前記A/D変換器手段に結合され、RAKE受信機はさらに、出力信号 R_{X1} 、 R_{X2} の形式でそれぞれの前記同期手段からの前記ビットおよびパケットエポック時間に関して前記復調器手段から入力を受取り、前記受信機はさらに、所定数のチャンネルの1つから所望のチャンネルを選択するためのデュアルチャンネル選択手段を含み、前記チャンネル選択手段は選択された特定のウォルシュコードシーケンス W_i およびまたは W_{i+32} をそれぞれ前記RAKE受信機に与え、前記受信機はさらに、前記ターボエンコードされた放送信号をターボコードに従ってデコードするためのターボデコード手段を含み、前記ターボデコード手段は、信号経路 A_1 および A_2 の別個の信号を構成するそれぞれの前記RAKE受信機手段からのチャンネル R_{X1} および R_{X2} からの前記ターボエンコードされた放送オーディオ信号のパリティシーケンスをデマルチプレクスするためのデマルチプレクス手段と、前記デマルチプレクサ手段から受け取られた前記別個の信号 R_{X1} および R_{X2} をシーケンス X_1 および Y_1 、 X_2 、 Y_2 に組合せることにより1/4のコードレートを達成するコードダイバシティコンバイナ手段と、ノイズに汚染された前記シーケンス X_1 、 Y_1 、 X_2 、 Y_2 をパケット化された誤りのないオーディオデータ信号 d_k にデコードするための反復デコード手段とを含み、前記反復デコード手段は、前記インタリーブされた X_2 シーケンスのそれぞれ第1のMAPデコーダの出力および前記コードダイバシティコンバイナ手段の出力を組合せるためのパケットコンバイナを含み、前記受信機はさらに、前記パケット化された誤りのないオーディオデータ信号 d_k をアナログオーディオ信号にデコードするオーディ

オデコーダ手段と、前記アナログオーディオ信号をユーザに対して出力するための出力手段とを含む、受信機。

【請求項27】 前記アンテナは半球形有効範囲アンテナである、請求項26に記載の受信機。

【請求項28】 前記所定周波数はベースバンド周波数である、請求項27に記載の受信機。

【請求項29】 前記所定周波数は中間周波数である、請求項28に記載の受信機。

10 【請求項30】 前記パケットコンバイナは、前記第1のMAPデコーダおよび結合されるインタリーブから受け取られる出力信号 $A_1^{(x1)}$ と、前記コードダイバシティコンバイナから受け取られるターボエンコードされデジタル化されインタリーブされ評価された放送オーディオ信号シーケンス X_2 とを組合せ、前記パケットコンバイナは、前記第1のMAPデコーダおよび前記インタリーブの出力 $A_1^{(x1)}$ の対数尤度比および前記コードダイバシティコンバイナの前記出力シーケンス X_2 の対数尤度比の各々の出力を加算し、それによって前記パケットコンバイナは前記シーケンス X_2 の2つの独立した評価を与える、請求項29に記載の受信機。

20 【請求項31】 前記反復デコーダは第2のMAPデコーダをさらに含み、前記第2のMAPデコーダは出力信号 $A_{combined}^{(x1)}$ および Y_2 シーケンスをデコードし、それによって前記第2の構成素エンコーダのオーディオ信号をデコードし、前記反復デコードは、前記第1のMAPデコーダの前記出力と前記第2のMAPデコーダの前記出力との間においてシーケンスで交番することにより、前記ターボエンコードされた放送オーディオ信号のデコーディングを続けて、前記信号の質を継続的に改善する、請求項30に記載の受信機。

30 【請求項32】 前記反復デコーダは前記反復デコーダの或る数の反復が性能パラメータを改善するまで続き、前記反復数は2反復より多い、請求項31に記載の受信機。

【請求項33】 デジタル通信システムであって、

(A) 放送データ源を含み、前記放送データ源は、

(1) デジタル源情報を第1のコードシーケンスにターボエンコードするための第1のターボエンコーダと、
40 (2) デジタル源情報をインタリーブするためのインタリーブと、

(3) インタリーブされたデジタル源情報を第2のコードシーケンスにターボエンコードするための第2のターボエンコーダと、

(4) 第1のコードシーケンスにおけるデータを第2のコードシーケンスからの選択されたデータで選択的に置換することによって第1のバンクチャドコードシーケンスを形成するための第1のコードバンクチャラと、

50 (5) 第2のコードシーケンスにあるデータを第1のコードシーケンスからの選択されたデータと選択的に置

換することによって第2のバンクチャドコードシーケンスを形成するための第2のコードバンクチャラとを含み、前記デジタル通信システムはさらに、

(B) 少なくとも1つの送信機を含む、ある地域上で第1および第2のチャンネルを放送するための放送システムを含み、第1のチャンネルはデジタル源情報を第1のバンクチャドコードシーケンスとともに搬送し、第2のチャンネルはインタリーブされたデジタル源情報を第2のバンクチャドコードシーケンスとともに搬送し、前記デジタル通信システムはさらに、

(C) 複数の受信機局を含み、前記複数の受信機局の各々は、

(i) 放送システムから放送信号を受信するためのアンテナと、

(ii) アンテナに結合され、アンテナにより受信された放送信号に第1のチャンネルが含まれている場合には第1のチャンネルからデータを再生し、アンテナにより受信された放送信号に第2のチャンネルが含まれている場合には第2のチャンネルからデータを再生するための処理回路と、

(iii) 処理回路に結合され、第1および第2のチャンネルが受信される場合には第1および第2のチャンネルからデータをデコードすることによりデジタル源情報の表現を再生し、第1および第2のチャンネルの1つのみが受信される場合には第1のチャンネルからのデータまたは第2のチャンネルからのデータのいずれかをデコードすることによってデジタル源情報の表現を再生するインテリジェントターボデコーダとを含む、デジタル通信システム。

【請求項34】 前記放送システムは、デジタル源情報を第1のバンクチャドコードシーケンスとともに多重化することによって第1のデータストリームを形成し、第1のデータストリームを少なくとも1つの送信機に与えて第1のチャンネルで放送するための第1のマルチプレクサと、

インタリーブされたデジタル源情報を第2のバンクチャドコードシーケンスとともに多重化することによって第2のデータストリームを形成し、第2のデータストリームを少なくとも1つの送信機に与えて第2のチャンネルで放送するための第2のマルチプレクサとを含む、請求項33に記載のデジタル通信システム。

【請求項35】 少なくとも1つの送信機は、第1のデータストリームを第1のチャンネルで第1の場所から地域へ放送するための第1の送信機と、第2のデータストリームを、第2のチャンネルにおいて、第1の場所から離れた第2の場所から地域へ放送するための第2の送信機とを含む、請求項34に記載のデジタル通信システム。

【請求項36】 第1および第2の送信機は衛星を含む、請求項35に記載のデジタル通信システム。

【請求項37】 第1のパイロット信号の源と、第1のパイロット信号を第1のデータストリームと組合せるための手段と、

第2のパイロット信号の源と、第2のパイロット信号を第2のデータストリームと組合せるための手段とをさらに含む、請求項34に記載のデジタル通信システム。

【請求項38】 放送データ源は、さらに、さらなるデジタル源情報を第3のコードシーケンスにターボエンコードするための第3のターボエンコーダと、さらなるデジタル源情報をインタリーブするためのインタリーバと、

インタリーブされたさらなるデジタル源情報を第4のコードシーケンスにターボエンコードするための第4のターボエンコーダと、

第3のコードシーケンスのデータを第4のコードシーケンスからの選択されたデータと選択的に置換することによって第3のバンクチャドコードシーケンスを形成するための第3のコードバンクチャラと、

第4のコードシーケンスのデータを第3のコードシーケンスからの選択されたデータと選択的に置換することによって第4のバンクチャドコードシーケンスを形成するための第4のコードバンクチャラとを含み、

放送システムの少なくとも1つの送信機は第1のバンクチャドコードシーケンスと第3のバンクチャドコードシーケンスとを第1のパイロット信号とともに放送し、放送システムの少なくとも1つの送信機は第2のバンクチャドコードシーケンスと第4のバンクチャドコードシーケンスとを第2のパイロット信号とともに放送する、請求項37に記載のデジタル通信システム。

【請求項39】 第1のパイロット信号は第1のデータストリームに対するよりも高いパワーレベルで送信され、

第2のパイロット信号は第2のデータストリームに対するよりも高いパワーレベルで送信される、請求項37に記載のデジタル通信システム。

【請求項40】 第1および第2のデータストリームを論理的な第1および第2のチャンネルに変調して少なくとも1つの送信機により放送するための第1および第2の直交符号分割多元接続(OCDMA)変調器をさらに含む、処理回路はRAKE受信機を含む、請求項34に記載のデジタル通信システム。

【請求項41】 放送システムは、チャンネルの少なくとも1つを地域に送信するための衛星送信機と、チャンネルの少なくとも1つを地域の一部に送信するためのギャップ充填送信機とを含む、請求項33に記載のデジタル通信システム。

【請求項42】 少なくとも1つの送信機は第1および第2のチャンネルの両方を地域の一部に放送する通信機を含む、請求項33に記載のデジタル通信システム。

【請求項 4 3】 デジタル通信システムであって、
(A) デジタル源情報にตอบสนองして、ターボエンコードされた情報を含む第 1 のデータシーケンスを発生するための第 1 のエンコーダと、

(B) デジタル源情報にตอบสนองして、ターボエンコードされた情報を含む第 2 のデータシーケンスを発生するための第 2 のエンコーダと、

(C) 第 1 のデータシーケンスを含む信号を第 1 の経路で地域に放送するための第 1 の送信機と、

(D) 第 2 のデータシーケンスを含む信号を第 2 の経路で地域に放送するための第 2 の送信機と含み、第 2 の経路の少なくとも一部は第 1 の経路から分離しており、デジタル通信システムはさらに、

(E) 複数の受信機局を含み、複数の受信機局の各々は、(i) 放送信号の 1 つ以上を受信するためのアンテナと、(ii) アンテナからの信号に含まれるコード情報にตอบสนองして、データシーケンスの 1 つ以上をデコードすることによりデジタル源情報の表現を再生するためのデコーダとを含む、デジタル通信システム。

【請求項 4 4】 第 1 および第 2 の送信機は衛星を含む、請求項 4 3 に記載のデジタル通信システム。

【請求項 4 5】 第 1 および第 2 の送信機は直交符号分割多元接続 (OCDMA) 変調器を含む、請求項 4 3 に記載のデジタル通信システム。

【請求項 4 6】 第 1 の送信機は衛星放送システムをさらに含み、第 2 の送信機は少なくとも 1 つのギャップ充填送信機をさらに含む、請求項 4 5 に記載のデジタル通信システム。

【請求項 4 7】 第 1 および第 2 のデジタルパイロット信号発生器を含み、OCDMA 変調器は第 1 のデータシーケンスを第 1 のパイロット信号とともに組合せて第 1 の経路で送信し、OCDMA 変調器は第 2 のデータシーケンスを第 2 のパイロット信号と組合せて第 2 の経路で送信する、請求項 4 5 に記載のデジタル通信システム。

【請求項 4 8】 パイロット信号はデータシーケンスに対してよりも高いパワーレベルで送信される、請求項 4 7 に記載のデジタル通信システム。

【請求項 4 9】 現在受信される信号内に第 1 および第 2 のデータストリームが含まれる場合、受信される変調された信号を処理することにより第 1 および第 2 のデータストリームを得るための受信機回路と、

受信機回路の出力に結合され、第 1 のデータストリームが受信される場合には第 1 のデータストリームを処理することにより、デジタル源情報および第 1 の符号化されたシーケンスに対応するデジタルデータを再生するための第 1 のデマルチプレクサと、

受信機回路の出力に結合され、第 2 のデータストリームが受信される場合には第 2 のデータストリームを処理することによって、インタリーブされたデジタル源情報および第 2 の符号化されたシーケンスに対応するデジタル

データを再生するための第 2 のデマルチプレクサと、第 1 および第 2 のデマルチプレクサに結合され、第 1 および第 2 のコードシーケンスが利用可能である場合には第 1 および第 2 のコードシーケンスを処理することにより、デジタル源情報に対応する第 1 のターボエンコードされたシーケンスと、インタリーブされたデジタル源情報に対応する第 2 のターボエンコードされたシーケンスとを再生するためのコードコンバイナと、

デジタル源情報に対応するデジタルデータと、第 1 のターボエンコードされたシーケンスと、インタリーブされたデジタル源情報に対応するデジタルデータと、第 2 のターボエンコードされたシーケンスとのうち利用可能な 2 つ以上からデジタル源情報の正確な表現を再生するためのインテリジェントターボデコーダとを含む、デジタル受信機。

【請求項 5 0】 現在受信される信号内に第 1 および第 2 のデータストリームが含まれる場合に、インテリジェントターボデコーダは、デジタル源情報に対応するデジタルデータと、第 1 のターボエンコードされたシーケンスと、インタリーブされたデジタル源情報に対応するデジタルデータと、第 2 のターボエンコードされたシーケンスとを処理する、請求項 4 9 に記載のデジタル受信機。

【請求項 5 1】 現在受信される信号内に第 1 のデータストリームのみが含まれる場合には、インテリジェントターボデコーダは、デジタル源情報に対応するデジタルデータと、第 1 の符号化されたシーケンスから引き出される第 1 および第 2 のターボエンコードされたシーケンスの一部とを処理する、請求項 4 9 に記載のデジタル受信機。

【請求項 5 2】 現在受信される信号内に第 2 のデータストリームのみが含まれる場合には、インテリジェントターボデコーダは、インタリーブされたデジタル源情報に対応するデジタルデータと、第 2 の符号化されたシーケンスから引き出される第 1 および第 2 のターボエンコードされたシーケンスの一部とを処理する、請求項 4 9 に記載のデジタル受信機。

【請求項 5 3】 受信機回路は、第 1 および第 2 の逆拡散コードを用いて第 1 および第 2 のデータストリームを受信される拡散スペクトラム信号から再生する第 1 および第 2 の RAKE 受信機を含む、請求項 4 9 に記載のデジタル受信機。

【請求項 5 4】 コードコンバイナはコードダイバシティコンバイナを含む、請求項 4 9 に記載のデジタル受信機。

【請求項 5 5】 インテリジェントターボデコーダは、デジタル源情報および第 1 のターボエンコードされたシーケンスに対応するコードコンバイナの出力に結合される第 1 のデコーダと、

第 1 のデコーダの出力と、インタリーブされたデジタル

源情報に対応するコードコンバイナの出力とからの2つの独立したデータストリームを組合せるパケットコンバイナと、
パケットコンバイナの出力と、第2のターボエンコードされたシーケンスに対応するコードコンバイナの出力とに
1 応答する第2のデコーダとを含む、請求項49に記載のデジタル受信機。

【請求項56】 インテリジェントターボデコーダは、
さらに、
第1のデコーダからのデジタル出力情報をパケットコン
2 バイナの入力に結合するインタリーブと、
第2のデコーダからのフィードバックを第1のデコーダ
に与える第1のデインタリーブと、
第2のデコーダからの出力をデインタリーブする第2の
3 デインタリーブとを含む、請求項55に記載のデジタル
受信機。

【請求項57】 第2のデインタリーブからのデータ出
力に
4 応答して、受信機のユーザへ情報を提示するための
出力装置を駆動するよう信号を発生するための信号デ
コーダをさらに含む、請求項56に記載のデジタル受信
機。

【請求項58】 信号デコーダは、アナログオーディオ
5 信号を発生するためのオーディオデコーダを含む、請求
項57に記載のデジタル受信機。

【請求項59】 第1および第2のデコーダはMAPデ
6 コーダを含む、請求項55に記載のデジタル受信機。

【請求項60】 デジタルコードのシーケンスを持つ機
械読取可能な媒体を含む製品であって、制御デジタルコ
7 ードのシーケンスは、

デジタル源情報と第1のエンコードされたシーケンスと
8 を含む第1の多重化されたデータストリームと、
インタリーブされたデジタル源情報と第2のエンコード
されたシーケンスとを含む第2の多重化されたデータス
9 トリームとを含み、

第1のエンコードされたシーケンスは、デジタル源情報
から引き出される第1のターボコードのうちの選択され
10 た部分と、インタリーブされた源情報から引き出される
第2のターボコードのうちの選択された部分との組合せ
を含む、

第2のエンコードされたシーケンスは、デジタル源情報
11 から引き出される第1のターボコードの交互部分と、イ
ンタリーブされた源情報から引き出される第2のターボ
コードの交互部分との組合せを含む、製品。

【請求項61】 媒体は少なくとも1つの変調された電
磁波を含む、請求項60に記載の製品。

【請求項62】 デジタルデータを受信しデコードする
ための受信機であって、前記デジタルデータは、
デジタル源情報と第1のエンコードされたシーケンスと
12 を含む第1の多重化されたデータストリームと、
インタリーブされたデジタル源情報と第2のエンコード

されたシーケンスとを含む第2の多重化されたデータス
13 トリームとを含み、

第1のエンコードされたシーケンスは、デジタル源情報
から引き出される第1のターボコードのうちの選択され
た部分と、インタリーブされた源情報から引き出される第
2のターボコードのうちの選択された部分との組合せを含
14 み、

第2のエンコードされたシーケンスは、デジタル源情報
から引き出される第1のターボコードの交互部分と、イ
ンタリーブされた源情報から引き出される第2のターボ
コードの交互部分との組合せを含み、

前記受信機は、

(a) 受信される放送信号に第1のデータストリーム
15 が含まれる場合に第1のデータストリームを再生させ、
受信される放送信号に第2のデータストリームが含まれ
る場合に第2のデータストリームを再生させるための処
理回路と、

(b) 処理回路に結合され、第1および第2のデータ
ストリームが受け取られる場合には第1および第2のデ
ータストリームをデコードすることによってデジタル源
情報の表現を再生させ、第1および第2のデータストリ
ームのうちの1つのみが受け取られる場合には第1のデ
ータストリームまたは第2のストリームのいずれかをデ
コードすることによってデジタル源情報の表現を再生さ
16 せるためのインテリジェントターボデコーダとを含む、
デジタルデータを受信しデコードするための受信機。

【請求項63】 デジタルデータを受信しデコードする
ための受信機であって、

第1のチャンネルが受信される場合にデジタル源情報と第
1の符号化されたシーケンスとに対応するデジタルデー
タを再生させ、第2のチャンネルが受信される場合にはイ
ンタリーブされたデジタル源情報と第2の符号化された
シーケンスとに対応するデジタルデータを再生させるよう
17 う、第1のチャンネルおよび第2のチャンネルの一方または
両方から受信される変調された信号を処理するための受
信機回路と、

受信機回路に結合され、第1および第2のコードシー
ケンスが利用可能である場合には第1および第2のコード
シーケンスを処理することにより、デジタル源情報に対
18 応する第1のターボエンコードされたシーケンスと、イ
ンタリーブされたデジタル源情報に対応する第2のター
ボエンコードされたシーケンスとを再生させるためのコ
ードコンバイナと、

コードコンバイナに結合され、デジタル源情報と第1の
ターボエンコードされたシーケンスとに対応するデータ
を処理することによって第1の評価を発生させる第1の
デコーダと、

第1の評価とインタリーブされたデジタル源情報に対応
するデータとの関数としての比を形成するためのパケッ
19 トコンバイナと、

パケットコンバイナの出力と、第2のターボエンコードされたシーケンスに対応するコードコンバイナの出力とから、第2の評価を発生させ出力するための第2のデコーダとを含む、デジタルデータを受信しデコードするための受信機。

【請求項64】 第1のデコーダの出力とパケットコンバイナの入力とに結合され、第1の評価を表わすデータストリームをインタリーブし、インタリーブされたデータをパケットコンバイナの入力に与えるためのインタリーバをさらに含む、請求項63に記載の受信機。

【請求項65】 第2のデコーダの出力に結合され、第2の評価を表わすデータをデインタリーブするためのデインタリーバと、

デインタリーブから出力されるデータにตอบสนองして、受信機のユーザに情報を提示するための出力装置を駆動するよう信号を発生させるための信号デコーダとを含む、請求項64に記載の受信機。

【請求項66】 信号デコーダは、アナログオーディオ信号を発生させるためのオーディオデコーダを含む、請求項65に記載のデジタル受信機。

【請求項67】 第2のデコーダからのフィードバックを第1のデコーダに与えるデインタリーバをさらに含む、請求項65に記載の受信機。

【請求項68】 第1のチャンネルが受信される場合にデジタル源情報と第1の符号化されたシーケンスとに対応するデジタルデータを再生させ、第2のチャンネルが受信される場合にはインタリーブされたデジタル源情報と第2の符号化されたシーケンスとに対応するデジタルデータを再生させるよう、第1のチャンネルおよび第2のチャンネルの一方または両方から受信される変調された信号を

処理するための受信機回路と、
受信機回路に結合され、第1および第2のコードシーケンスが利用可能である場合には第1および第2のコードシーケンスを処理することにより、デジタル源情報に対応する第1のターボエンコードされたシーケンスと、インタリーブされたデジタル源情報に対応する第2のターボエンコードされたシーケンスとを再生させるためのコードコンバイナと、

デジタル源情報に対応するデジタルデータと、第1のターボエンコードされたシーケンスと、インタリーブされたデジタル源情報に対応するデジタルデータと、第2のターボエンコードされたシーケンスとのうち利用可能な2つ以上からデジタル源情報の正確な表現を再生するためのインテリジェントターボエンコーダとを含む、デジタル受信機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の背景】 1. 発明の分野

この発明は、オーディオプログラミングの多重チャンネルの広域分布のためのデジタルオーディオ放送 (DAB)

システムに関するものであり、特定的には、コードのダイバーシチからの利得の符号化とパケット組合せと分散ギャップ充填ネットワークとによる改善された受信機性能を有するDABシステムおよび方法に関するものである。

【0002】 2. 先行技術の説明

固定受信機および移動受信機により受信されるデジタルオーディオ信号を本質的に放送する直接放送衛星無線に対し、いくつかのDAB法およびシステムが提案されている。このようなDABシステムおよび方法は、これまでのところ、システムの全体的性能に影響する問題を解決してそれを商業的に実行可能にするまでには至っていない。DABシステムにおいて最も重要な問題は、信号シャドウイング、フェージング、および一時的なブロックである。シャドウイングの問題は、自然の物体または人工の物体による衛星から受信機への見通し線の間欠的なブロックといった要因によって支配される。たとえば、郊外の環境では木によるシャドウイングが顕著な信号障害であり、一方、都市環境では建築物が主なシャドウイング効果を引き起こす。フェージングの問題は、郊外および都市環境における移動受信機へのマルチパス信号によって主に引き起こされる。信号のフェージングは、時間ダイバーシチおよび空間ダイバーシチといった時相ダイバーシチ技術を適応させることによって軽減され得る。従来の時間ダイバーシチ方式は、同じ信号で動作することにより、インタリーブ、データ受信、および/またはチャンネル符号化の何らかの形式を通して中断パターンを無作為化する。従来の空間ダイバーシチ技術は、同じ信号で動作し、2衛星方式および/またはアンテナダイバーシチ技術を用いて、シャドウイングおよび一時的ブロックを軽減する。

【0003】 従来のDABシステムおよび方法は、2つの静止衛星を用いることによって、マルチパスフェージングおよびフォリエージ減衰の問題を軽減することを求めてきた。プリスクマン (Briskman) への米国特許第5,319,673号および5,278,863号には、周波数ダイバーシチを用いて周波数選択性チャンネルにおけるフェージングに対処するスペクトラム拡散システム (直接シーケンスまたは周波数ホッピング方式) における偏波ダイバーシチ技術が開示されている。2つの静止衛星およびデュアルダイバーシチ技術を用いる従来の符号分割多元接続 (CDMA) システムが利用されているが、このプリスクマンのシステムでは、従来のCDMAシステムの性能は自己干渉によって制限されるため、全パレージ域にわたってシームレスな高性能のサービスを提供することはできない。自己干渉は、異なるプログラムチャンネルに対して用いられる擬似ノイズ (PN) シーケンスの相互相関によって誘発される。さらに、プリスクマンのシステムはデュアル偏波というアプローチを用いて2つの衛星から信号を分離しており、そ

の受信機は同じ信号の2つの放送のうち強い方を選択する。デュアル衛星システムによって、移動または固定受信機は少なくとも2つの衛星のうちの1つと見通し線でコンタクトする可能性が大きくなる一方、選択されない衛星の信号は以降の信号処理から分離され除去されなければならない、さもなければ、弱い方の信号は強い方の信号に対し加えられるノイズのように作用する。加えて、移動する信号路において偏波を保つことも非常に困難である。なぜならば、反射された信号はその偏波を反転させる傾向があるからである。したがって、従来のDABシステムはパワーおよび帯域幅の使い方の点で非効率的であり、したがってその性能は会員制放送級のサービス品質には不十分である。

【0004】さらに、たとえ2つの衛星を用いても、信号ブロック、シャドウイング、およびフェージングの問題は都市環境および郊外環境において生じ続ける。従来のDABシステムは、ギャップ充填送信機のネットワークを用い、両方の衛星が視野からブロックされる場合にその信号を与えることによって、この問題を解決しようとしてきた。しかしながら、同じ放送信号を送信するそのようなギャップ充填ネットワークは自己干渉の問題を大きくし、その結果、自己干渉に対処するより高い送信パワーレベルを用いることが所望されることになって、ギャップ充填ネットワークの費用および複雑性を増すことになる。この問題を解決しようとしたこれまでの試みは、目的のDABサービス地域（合衆国大陸）およびシャドウイング／フェージングの問題の広がりやすさを考えると、有料放送グレードのサービスには不十分であり、このことはしたがって、ギャップ充填装置を都市および郊外の事実上すべての場所に必要とする新たな費用の問題を引き起こす。したがって、この発明のDAB法およびシステムには、そのようなギャップ充填装置の数および費用を低減する方法を提供し、全体のネットワーク設計の問題に対して決定的な解決策を提供するという有利な点がある。この発明のDAB法およびシステムは、コードダイバーシチ（これによって、2つの異なる、非自己干渉的な、ターボエンコードされた信号が送信され、受信機内で実質的に組合せられる）を用いることにより、より高い符号化利得、より少数のギャップ充填装置、および各衛星またはギャップ充填装置のいずれからにおいても送信パワーレベル要件が低減されることを通して、改善された性能を提供するという有利な点がある。

【0005】他のDABシステムでは、フェージングチャンネル上でデュアルアンテナおよびビタビアルゴリズム法を用いて、受信される信号における信号フェージングの影響を低減してきた。バックストローム（B³ckstr⁶m）への米国特許第5,191,598号には、少なくとも2つの互いに間隔をおかれたアンテナと受信機とにおいて無線信号を受信し、ビタビアルゴリズムを用いて

その信号のサンプルを処理することによって信号フェージングを低減するためのシステムが開示されている。さらに、さまざまなアンテナダイバーシチ方式が用いられ、これらは放送信号の直交偏波によって特徴づけられる。たとえば、プリスクマンへの米国特許第5,485,485号には、実質的に同じ内容および周波数を有する2つの信号のうち強い方を選択するデュアルアンテナシステムが開示されている。このデュアルアンテナを用いるアプローチは移動受信局に2つの物理的なアンテナを必要とするが、それは、車両の屋根に複数のアンテナを設置するので不便でありかつ費用がかかり、それらを使用することは従来のDABシステムの受信問題の深刻さを例証するものである。さらに、到来角を正確に補償するようなさらなる信号処理技術を受信機が用いなければ、デュアルアンテナシステムによる性能の増加は最小である。この発明の方法およびシステムは、RAKE受信機を有利に用いて衛星およびギャップ充填装置からのマルチパス信号をDAB受信機で組合せることによって、これらの問題を解決する。

【0006】テダー（Teder）らへの米国特許第5,544,156号には、マルチレートCDMAシステムでアップリンク信号をコヒーレントに復調するためのシステムおよび方法が開示されている。しかしながら、この従来のCDMAおよび／またはビタビに基づく符号化システムの受信機性能は多元接続チャネル干渉によって制限され、この発明によって与えられるレベルでの性能および符号化利得を与えない。この結果、この発明は、ターボコード法およびシステムを直交符号分割多元接続（OCDMA）技術とともに用いて、多元接続妨害の影響を取り除き高い符号化利得を与えるという有利な点を有し、それによって、全体のパワーレベルがより低い状態で堅牢なDAB受信をもたらす。

【0007】最後に、ターボコード、つまりインタリーブによって分離される2つの畳み込みコードの平行連結に関連するコードを用いる誤り符号化システムが、ベロー（Berrou）らへの米国特許第5,446,747号およびベローらへの米国特許第5,406,570号に開示されている。このようなシステムは許容可能な符号化利得を有する一方で、2信号路の例や、コード組合せおよびコードダイバーシチを用いて与えられる利益についてのものではない。これらのコードは、インタリーブされたデータ要素を伝送せず、インタリーブされないデータ要素と、インタリーブされないシーケンスおよびインタリーブされたシーケンスの両方からのパリティチェック要素とのみを伝送する。この発明は、インタリーブされないデータ要素とインタリーブされたデータ要素とを対応の符号化されたデータ要素とともに2つの別個の信号路に伝送し、ターボデコーダでこれら2つの要素を有利に組合せて、2つのコードレート1/2信号の同時受信および組合せから有効な全体のコードレート1/4を

得、それによって、非常に改善された性能を提供する。

【0008】この発明は、先行技術のこれらのさまざまな欠点を克服することに向けられるものである。

【0009】

【発明の概要】この発明の目的は、DABシステムにおいて2つの相補衛星リンク上でのターボコードの実施を用いて、衛星送信機出力パワーの低減を可能にする改善されたDAB法をシステムを提供することである。

【0010】この発明の目的は、ターボコードの高符号化利得を用いて最小数のギャップ充填装置でカバレッジ

を増すことである。
【0011】この発明の別の目的は、パケット組合せと結合される1/2のコードレートでのコードダイバシティを提供することによって1/4の全体のシステムコードレートをもたらすことである。コード組合せ方式と結合されるコードダイバシティ方式は、非常に高い符号化利得によって改善された性能をもたらす、応答機出力パワーの低減を可能にし、最小数の必要とされるギャップ充填装置でカバレッジ域上でシームレスなサービスを提供する。コードダイバシティおよびパケット組合せは、レイリー (Rayleigh) マルチパスフェージング、シャドウイングおよび時相ブロックを軽減するよう用いられる。

【0012】この発明のさらに別の目的は、たとえばCD品質無線、メッセージ送信およびインターネットダウンロードサーバといったDAB適用例のために、同期型直交符号分割多元接続 (OCDMA) 方式を用いるDABシステムを提供することにより、従来のCDMAシステムを用いることで引き起こされる他のオーディオチャネルからの自己干渉を完全に排除することである。

【0013】この発明の別の目的は、1つのRAKE受信機が、2つの相補的な衛星データストリームの各々に関連づけられる衛星、ギャップ充填装置およびマルチパス信号を組合せるように用いられるよう構成されるデュアルRAKE受信機を有するDABシステムを提供することである。

【0014】この発明のさらなる目的は、複数の衛星およびギャップ充填送信機からの信号の同期を獲得するよう受信機を補助するために高パワーを与えられるパイロットチャネルを提供することである。

【0015】最後に、この発明は、衛星経路を介して信号遅延を補償するような適切なビルトイン信号搬送遅延を伴って、両方の衛星からの信号がブロックされる可能性が高いエリアにおいてアップリンクされた衛星信号を再送信するための地上ギャップ充填ネットワークを有利に与え得る。衛星のそれぞれの静止軌道位置においてそれら衛星の通常起こる1日の動きに関連づけられるドップラー・シフトを含む、衛星経路上の伝搬遅延に対応するよう、可変遅延が各ギャップ充填信号に適用される。このようにして、所与のサービスエリアにおける各ギャ

ップ充填送信機は同じ信号を2つの衛星として再送信して、衛星により送られる信号とギャップ充填装置により送られる信号との時間を、そのギャップ充填装置のサービスエリア内の各受信機でそろえさせる。遅延拡散が1ビット期間未満に維持されるかぎり、OCDMA信号の直交性はRAKE受信機で維持され、衛星、ギャップ充填装置およびマルチパス反射信号は受信機において組合せられることにより従来のシステムの問題を克服し得る。

【0016】応じて、この発明は、デジタル無線情報の信号を放送するよう適合され、マルチパスフェージング、信号シャドウイングおよび時相ブロックを低減するよう適合されるデジタルオーディオ放送 (DAB) システムであって、該デジタル無線情報を含む第1のターボエンコードされた放送信号と第2のターボエンコードされた放送信号とを送信するための送信機を有する放送源を有するデジタルオーディオ放送 (DAB) システムを提供し、それによって、該第1および第2のターボエンコードされた放送信号が1/2のコードレートで少なくとも1つの所定の経路上にて送信され、たとえば、第1のターボエンコードされた放送信号は第1の衛星への第1の経路上にて伝送され、第2のターボエンコードされた信号は第2の衛星源への第2の経路上にて伝送され、および/または、第1および第2のターボエンコードされた放送信号は、第1および第2の衛星を介する伝搬信号遅延を補償するよう、第1および第2のターボエンコードされた放送信号を遅延するための遅延回路を有するギャップ充填装置のネットワークに伝送される。第1のターボエンコードされた放送信号は、本質的に、インタリーブされないデータとパリティチェック要素とからなる。第2のターボエンコードされた放送信号は、本質的に、インタリーブされたデータとパリティチェック要素とからなる。このシステムは、第1および第2のターボエンコードされた放送信号を別個の信号経路上にて第1および第2の衛星源の各々にそれぞれ送信し、第1および第2の衛星源をギャップ充填装置のネットワークに送信するための少なくとも1つの送信機を有する。このシステムは第1および第2のターボエンコードされた放送信号を受信する複数の受信機を有し、これら受信機は地表またはその付近に配置され、各受信機は第1および第2のターボエンコードされた放送信号からのデジタル無線情報出力するための回路を有する。この受信機は、第1および第2のターボエンコードされた放送信号の拡散信号からなる無線周波数 (RF) 信号を受信するために接続されるアンテナを含む。このレシーバは、このRF信号を、第1および第2のDABエンコードされた放送信号のベースバンド周波数に変換するためのダウンコンバータ手段を有する。

【0017】応じて、この発明は、デジタルオーディオ放送 (DAB) システムにおいてターボ符号化を用いて

オーディオ信号を送信機から受信機へ通信する方法を提供する。この方法は、オーディオ信号を、ターボコードに従って、 $1/3$ レートからバンクチャリングされた $1/2$ のコードレートでエンコードするステップと、直交CDMA (OCDMA) 変調器を用いて、第1のパイロット信号とエンコードされたオーディオ信号のチャンネルの所定数とを組合せるステップを含み、ここで、OCDMA変調器は、第1のパイロット信号と所定チャンネルのエンコードされたオーディオ信号とを含む第1のターボエンコードされた放送信号を形成するよう、 $W_0, W_1, W_2, \dots, W_{31}$ の直交ウォルシュシーケンスから本質的になり、前記方法はさらに、第1のターボエンコードされた放送信号を、第1のパイロット信号がより高いパワーで送信される第1の経路上にて送信するステップとを含む。この方法は、ターボコードに従って $1/3$ レートからバンクチャリングされた $1/2$ のレートに従ってインタリーブされたオーディオ信号をエンコードするステップと、OCDMA変調器を用いて第2のパイロット信号とチャンネルのインタリーブされたエンコードされたオーディオ信号とを組合せるステップとを含み、このOCDMA変調器は、第2のパイロット信号と所定チャンネルのインタリーブされたエンコードされたオーディオ信号とを含む第2のターボエンコードされた放送信号を形成するよう、 $W_{32}, W_{33}, W_{34}, \dots, W_{63}$ の直交ウォルシュシーケンスから本質的になり、第2のターボエンコードされた放送信号は、第2のパイロット信号 W_{32} がより高いパワーで送信される第2の経路上にて送信される。この方法は、受信機にて、第1および第2のターボエンコードされた放送信号を受信するステップと、前記直交ウォルシュシーケンスを用いて第1および第2のターボエンコードされた放送信号のうちの選択されたチャンネルを復調するステップとを含み、ここで、第1および第2のターボエンコードされた放送信号の復調は、別個のRAKE受信機を用いることによって、第1および第2の経路から受信される第1および第2のターボエンコードされた信号からのオーディオ信号を最適に組合せるようにされる。この方法は、第1および第2のターボエンコードされた放送信号をデマルチプレクスすることによって、多重化された系統的シーケンスおよびパリティシーケンスから系統的オーディオ信号を分離し、さらには、第1および第2のターボエンコードされた放送信号のコードダイバーシチ組合せに関連させた、インタリーブされない系統的シーケンス X_1 とインタリーブされる系統的シーケンス X_2 との組合せにより、全体のコードレート $1/4$ が達成される。

【0018】この発明の特徴および利点は、同じ要素を同じ参照番号で示した添付の図面と関連させて以下の記載からより明確に理解されるであろう。

【0019】

【好ましい実施例の詳細な説明】図1を参照して、この

発明のある実施例に従ってDABシステム100を説明する。このDABシステム100は、たとえば、デジタル無線情報、CD品質オーディオ、メッセージング、インターネットダウンロードといった、プログラムデータと情報とを有する信号の、改善されたデジタル放送を提供する。このDABシステム100は、説明を容易にするためにデュアル衛星104および106によって示される、静止軌道における複数の分離されるように間隔をおかれた衛星への固定フィード送信 (SHFまたはより高い周波数) に対して設計されるアップリンク地上局または送信機102を有する。この送信機102は、たとえばアップリンク信号 A_1 および A_2 といった複数のアップリンクオーディオデータ信号 A_x を、静止軌道において離れるように間隔をおかれた衛星104および106の各々に与え得る。このような衛星通信は、静止衛星への、またはGPSといったような送信の切換を可能にする低軌道衛星の網またはネットワークへの、固定フィード送信リンクによってなされ得る。このDABシステム100はさらに、衛星104および106からの複数のダウンリンク経路として表わされるフットプリントまたはカバレッジ域にそのようなオーディオデータ信号 A_x が再送信された後にそれらオーディオデータ信号 A_x を受信するための複数の固定または移動受信機108を有する。このDABシステム100は、信号 A_x を、地上において、アップリンク局102から複数のギャップ充填装置110へ、地上線、光ネットワーク、マイクロ波地上ネットワークなどを介して放送し得るという有利な点を有する。このギャップ充填装置110は、両方のアップリンク信号 A_1 および A_2 を、連続適応伝搬遅延方式に関連させることにより、衛星経路の変動によって引き起こされるタイミングのシフトに対処するよう伝送される。ギャップ充填装置は、たとえば、フェージングまたはシャドウイングの深刻な問題を有する高密度エリアなど、衛星信号データの受信におけるギャップを充填するよう動作する。このようなギャップは、たとえば、建物が信号 A_1 もしくは A_2 またはその両方をブロックする可能性が高い都市エリアなど、信号経路ブロックまたはフェージングの結果である場合がある。

【0020】この適応型伝搬遅延112システムは、衛星を介しての伝搬遅延と、地上ギャップ充填装置112ネットワークを介しての伝搬遅延との間の差を補償する。この遅延システムは、この例においては、2つの遅延、つまり A_1 信号のギャップ充填装置伝送を衛星104により送信される A_1 信号と整列させるものと、 A_2 信号のギャップ充填装置伝送を衛星106により送信される A_2 信号と整列させるものとを含む。衛星、ギャップ充填装置送信機、および反射されるマルチパスからの信号の到来遅延拡散は、これによって、同期型OCDMAシステムの直交性を保つよう1ビット期間内に保たれて、RAKE受信機での自己干渉を取除く。この態様

で、DABシステム100はオーディオデータ信号を伝送し得る。加えて、この発明は、非常に能率がよく、信頼性があり、費用に対し最も効率のよい態様でのデジタル化されたプログラムデータおよび情報の送受信を斟酌することによって、送信機パワーおよび帯域幅資源をよりよく管理し得るという利点がある。

【0021】この発明のある実施例に従うと、DABシステム100は、ターボコード(TC)反復チャネル符号化方式を実施する時間ダイバーシチ方式を利用する。このターボ符号化方式は、いくつかの単純なコードを平行に組合せることによってその信号内のオーディオプログラムデータおよび情報を各アップリンク経路(A₁、A₂)に通信して、たとえば二相位相変調(BPSK)変調方式の場合に10⁻⁵のビット誤り率で0.3~0.7dB信号対ノイズ比の範囲におけるような理論上のシャノンの限界またはその付近の受信機性能を与える。このDABシステム100は、ここに図2~図4に関連して記載される1/4のコードレートを達成する高性能TC方式を提供するという利点を有する。この態様で、この発明はTC実施例を通して時相ダイバーシチを有利に与え、それによって、衛星送信機出力パワーを低減し、最小数のギャップ充填装置で改善されたカバレッジ域をもたらす。

【0022】図2に示されるように、送信機102は、オーディオデータ信号を送るための複数のチャネル、たとえば31チャネルDAB送信システムを含む。説明を容易にするために、チャネル3~30は図示されない。この送信機102は、パイロット信号PS₁およびPS₂を発生するためのパイロット信号発生器112および114を含む。これらパイロット信号発生器は擬似ランダムノイズ(PN)シーケンスPN₁およびPN₂をチャネル0および32上に送る。これらPNシーケンスPN₁およびPN₂はウォルシュコードW₀およびW₃₂によって拡散される。この後、チャネル0上のパイロット信号PS₁は第1のターボエンコードされたオーディオ信号と組合せられて第1のターボエンコードされた放送信号として信号経路A₁を介して送られる。チャネル32上のパイロット信号PS₂は第2のターボエンコードされたオーディオ信号と組合せられて第2のターボエンコードされた放送信号として信号経路A₂を介して送られる。これらパイロット信号は、オーディオデータチャネルの個々の信号よりも高いパワーまたはレートで送信される。パイロット信号PS₁およびPS₂が受信機108によって用いられることにより、A₁およびA₂経路上の各チャネルごとの第1および第2のターボエンコードされた放送信号の同期が獲得および維持され、RAKE受信機に対して所定数の最強のマルチパス信号が得られる。

【0023】図2および図3に示されるように、送信機102は、チャネル1~31に対し、ソースチャネルか

らそれぞれのオーディオエンコーダ120への放送プログラミングまたはデジタルオーディオデータおよび情報を与える。チャネル1~31に対する各オーディオエンコーダの出力はターボエンコーダ122に与えられる。各ターボエンコーダ122は、124および126と指定された2つの別個の出力を有する。出力124上においてパリティビットとともに多重化される非インタリーブされた出力は、ウォルシュコードW₁~W₃₁によって拡散され、拡散されパイロット信号W₀とともに組合せられて、衛星104およびギャップ充填装置110への信号A₁として送信される。インタリーブされた出力も同様に出力126上においてパリティビットとともに同様に多重化され、ウォルシュコードW₃₃およびW₆₃で拡散され、他方の拡散されたパイロット信号W₃₂と組合せられて、衛星106およびギャップ充填装置110への信号A₂として送信される。

【0024】拡散回路116は、直交符号分割多元接続(OCDMA)方式に従って動作することにより、パイロット信号PS₁およびPS₂に対して発生されたPNシーケンス、エンコードされたオーディオプログラムデータおよび情報、またはエンコードされインタリーブされたオーディオプログラムデータおよび情報を、ここにおいてはCD品質ステレオ音声の31のチャネルをサポートするシステムに対するシーケンスW₀, W₁, W₂, ..., W₆₃によって表現されるウォルシュコードシーケンスで既知の態様にて拡散させる。チャネル0および32に対して発生されたパイロット信号PS₁およびPS₂は直接、ウォルシュシーケンスW₀およびW₃₂によって、ターボエンコーディングなしに拡散される。チャネル1~31上のエンコードされたオーディオデータおよび情報は、A₁を介する伝送のためにウォルシュコードW₁~W₃₁で拡散されシーケンス化される。同様に、チャネル33~63上のエンコードされインタリーブされたオーディオデータおよび情報は、A₂経路を介する伝送のためにウォルシュコードW₃₃~W₆₃で拡散されシーケンス化される。64のウォルシュシーケンスはすべてアダマール行列によって発生され、したがって、遅延拡散が1ビット期間を超えないかぎり、各シーケンスはそれ自身の遅延されたものを含むすべての他のシーケンスに直交する。その直交性は、OCDMAの、自己干渉のない拡散スペクトラム動作をもたらす。拡散回路116は、衛星104およびギャップ充填装置110への最終的な送信のため、チャネル0~31の拡散シーケンスをコンバイナ118に出力し、衛星106およびギャップ充填装置110に対する最終的な送信のため、チャネル32~63の拡散シーケンスをコンバイナ118に出力する。

【0025】図3に示されるように、ターボエンコーダ122は、2つの構成素再帰型畳み込みエンコーダ134と136との間にインタリーブパ132を含むことによ

って、入来デジタルオーディオ情報シーケンスをランダムな態様で置換する。この置換は、2つのターボエンコードされたシーケンス間の相互相関を破る。構成素エン*

$$(1, g_1 / g_2) = (1, 1 + D^4 / 1 + D + D^2 + D^3 + D^4) \dots (1)$$

この示されるコードに対する従来の8進表現は $(g_1, g_2) = (21, 37)$ である。ここで、 g_1 はフィードフォワード接続を表わし、 g_2 はフィードバック接続を表わす。構成素コードは、各々が4つのメモリ要素

(D)を有する状態で、同一なものとして示される。しかしながら、この発明はこの特定の多項式またはメモリ要素数に限定されない。2つのエンコード134および136のパリティシーケンス出力はバンクチャラ138および140に入力されて、図4においてより詳細に説明される2つの異なるバンクチャドシーケンスを発生する。これらバンクチャドパリティシーケンス出力は、それぞれ、MUX142およびMUX144にて、無変更ソースシーケンス d_k および d_{ki} を表わす X_1 および X_2 で多重化される。各オーディオチャネルに関連付けられるターボエンコード122は、ここに論じられるバンクチャリングパターンに従って、放送プログラミングまたはエンコードされたオーディオデータを処理することによって、2つの搬送波上にオーディオデータとパリティデータを組合せ、後でそれを各受信機108のターボエンコード172における反復デコーディング処理で有利に用いることができるという有利な点を有する。

【0026】動作において、図3において d_k として表現される元のオーディオプログラムデータシーケンスはターボエンコード122に与えられ、それは系統的オーディオデータ X_1 の変更なしのコピーをMUX142の一方の入力に出力する。オーディオデータ d_k は第1の構成素再帰型エンコード134にも与えられ、エンコード134はパリティ出力 Y_1 を第1のバンクチャラ138の一方入力と第2のバンクチャラ140の一方入力とに与える。オーディオデータ d_k はインタリーブ132にも与えられる。第2の構成素エンコード136はインタリーブされたオーディオプログラムデータ信号 d_{ki} を与えられる。無変更のインタリーブされた信号 d_{ki} は、信号経路126への最終的な伝送のためにMUX144の一方入力にシーケンス X_2 として系統的な形式で与えられる。 d_{ki} のコピーは第2の構成素エンコード136に与えられ、エンコード136はオーディオデータの各インタリーブされたビットをエンコードして、バンクチャラ138および140の両方に与えられるパリティシーケンス Y_2 を発生する。

【0027】オーディオデータ d_k および d_{ki} によって発生されたパリティ出力 Y_1 および Y_2 は、下に示すバンクチャリングパターン(A)に従い、第1のバンクチャラ138によって、交番する y_1 および y_2 ビット出力シーケンスでバンクチャリングされる。プログラムデータ d_k および d_{ki} によって発生されたパリティ出力 Y

*コード134および136の動作は次の多項式によって表現され得る：

Y_1 および Y_2 は、下に示すバンクチャリングパターン(B)に従い、第2のバンクチャラ140によって、交番する y_2 および y_1 ビット出力シーケンスでバンクチャリングされる。

【0028】

【数3】

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} : \text{バンクチャリングパターンA}$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} : \text{バンクチャリングパターンB}$$

【0029】この態様で、この発明の実施例に従い、DABシステム100は各信号経路 A_1 および A_2 に対して1/2のバンクチャリングコードレートを有する。インタリーブされない系統的シーケンス X_1 およびインタリーブされた系統的シーケンス X_2 を受信機でのコードダイバシティ組合せと関連付けて送信することにより、全体のコードレート1/4が達成されて、公知のDABシステムに対して改善された性能を与える。

【0030】ターボエンコード122の出力に対するバンクチャリングパターンを図4に示す。送信されるべきターボエンコードされたオーディオデータ信号は、この発明のターボコード法を示すため、本議論ではデータビットシーケンス X_1, Y_1, X_2, Y_2 によって表現される。 X_1 として表現される無変更のオーディオデータおよび情報 d_k は、 n =ビットタイミング指標として、下に示すシーケンス(2)を有する。同様に、第2のインタリーブされた無変更のオーディオデータおよび情報 d_{ki} は X_2 として表現され、 n =ビットタイミング指標として、下に示されるシーケンス(3)を有する。第1の構成素エンコード134は、インタリーブされないシーケンス d_k を用いて系統的シーケンス出力 X_1 とパリティシーケンス出力 Y_1 とを発生し、第2の構成素エンコード136はインタリーブされたシーケンス d_{ki} を用いて系統的なインタリーブされたシーケンス X_2 とパリティシーケンス出力 Y_2 とを発生し、それによって各パリティシーケンス出力は、 n =ビットタイミング指標として、下に示すシーケンス(4)を有し、 n =ビットタイミング指標として、下に示すシーケンス(5)を有する。バンクチャパターンがバンクチャラ138および140によって Y_1 および Y_2 シーケンスに適用されると、第1のバンクチャラ138の出力は、上述のバンクチャリングパターン(A)の結果、下に示されるシーケンス(6)を有する。第2のバンクチャラ140の出力は、上述のバンクチャリングパターン(B)の結果、下

に示すシーケンス (7) を有する。結果として生じたパンクチャリングされた出力 1 3 8 および 1 4 0 は、それぞれ、MUX 1 4 2 および 1 4 4 にてシーケンス X_1 および X_2 で多重化される。これら 2 つのエンコーダ 1 3 4 および 1 3 6 の出力は全体としてコードレート 1/4 を生じ、各々が 1/2 の個々のコードレートを伴う 2 つの別個の信号経路 1 2 4 および 1 2 6 にパンクチャリングされ多重化される。応じて、MUX 1 4 2 からの出力シーケンスは、下に示すシーケンス (8) として表現される。MUX 1 4 4 の出力シーケンスは、下に示すシーケンス (9) として表現される。

【0 0 3 1】

【数 4】

$$X_1 \Rightarrow x_1(0), x_1(1), x_1(2), x_1(3) \dots, x_1(n)$$

(2)

$$X_2 \Rightarrow x_2(0), x_2(1), x_2(2), x_2(3), \dots, x_2(n)$$

(3)

$$Y_1 \Rightarrow y_1(0), y_1(1), y_1(2), y_1(3), \dots, y_1(n)$$

(4)

$$Y_2 \Rightarrow y_2(0), y_2(1), y_2(2), y_2(3), \dots, y_2(n)$$

(5)

$$y_2(0), y_1(1), y_2(2), y_1(3), \dots$$

(6)

$$y_1(0), y_2(1), y_1(2), y_2(3), \dots$$

(7)

$$x_1(0), y_2(0), x_1(1), y_1(1), x_1(2), y_2(2), \dots$$

(8)

$$x_2(0), y_1(0), x_2(1), y_2(1), x_2(2), y_1(2), \dots$$

(9)

【0 0 3 2】DAB システムのアップリンク部に関連付けられた半チャネルの各々において拡散および組合せ処理が行なわれた後、MUX 1 4 2 の出力は第 1 の衛星 1 0 4 に送信され、MUX 1 4 4 の出力は第 2 の衛星 1 0 6 に送信される。この後、受信機において、両方の信号 A_1 および A_2 が利用可能である場合には、1 つの入力

されるエンコードされたビット d_k につき 1 つのインタリーブされたビットと 2 つのパリティビットとに基づいて、この発明のコード組合せおよびコードダイバーシチが 1/4 の全体コードレートを達成する。

【0 0 3 3】この 1/4 のコードレートからの改善された性能に加え、他の利点として、信号において伝送されるデータのフェージング、シャドウイングおよび/または他の損失の低減または除去が含まれる。たとえば、従来の DAB システムの性能は、同じ信号が各衛星から送られて貴重なパワーを浪費し多元接続ノイズ干渉を引き起こすため、落ちる。第 1 の衛星からのコードレート 1/2 信号が利用可能でない場合、従来の受信機は第 2 の衛星から同じ信号を受信し、全体の性能はコードレート 1/2 に制限される。この発明の DAB システム 1 0 0 では、第 2 の衛星 1 0 6 からの信号は、第 1 の衛星 1 0 4 からの行方不明のオーディオデータを評価し反復アルゴリズムを成功裏に行なうために必要な情報をすべて有する。この反復処理を通して、受信機の性能は大きく改善される。

20 【0 0 3 4】図 5 および図 6 を参照して、DAB システム 1 0 0 が DAB 受信機 1 5 0 を有利に用いることによって 2 つのターボエンコードされ伝送されたオーディオデータ信号を受信しデコードする、この発明の固定または移動受信機 1 0 8 の一実施例を図 5 によって示す。この DAB 受信機 1 5 0 は 2 つの RAKE 受信機等を利用し得る。DAB 受信機 1 5 0 は固定された台または移動台に位置され得、(衛星 1 0 4 および 1 0 6 の各々および/またはギャップ充填装置 1 1 0 からの信号の組の両方からにかかわらず) ターボエンコードされた放送信号 A_1 および A_2 の 2 つの OCDMA 無線周波数 (RF) 送信を受付けるアンテナ 1 5 2 を有する。さらに、この DAB 受信機 1 5 0 は、無線周波数 (RF) 増幅回路 1 5 4 と、ダウンコンバータ回路 1 5 6 と、アナログからデジタルへの (A/D) 変換器 1 5 8 と、所望されるチャネルに対するチューニング回路と、図 6 においてより詳細に示されるターボデコーダ (コードダイバーシチ組合せ回路 1 7 0 とコード組合せ回路 1 7 2 とを含む) と、オーディオデコーダ回路 1 7 4 とを有する。この発明は、RAKE 受信機構造を用いて、衛星からの所定数のマルチパス信号および/またはギャップ充填装置信号をそれらの信号強度に従って組合せる。加えて、この発明は、同一の衛星信号の到来に実質的に対応するようギャップ充填信号の時間整列を操作することによって、各々が他方のマルチパスであると見られ、この RAKE 受信機によって従来の最強信号選択法には欠けている信号加算効果が与えられる。

【0 0 3 5】図 5 において、アンテナ 1 5 2 は、この発明の固定および/または移動 DAB システム 1 0 0 とともに用いるための半球形有効範囲アンテナである。アンテナ 1 5 2 からの受信された拡散信号は増幅のために R

F増幅器段154に与えられる。RF増幅器154からの出力はダウンコンバータ回路156に与えられる。ダウンコンバータ回路156は、局部的に発生される発振器周波数160で従来の技術を用いてRF信号を衛星104および106および／またはギャップ充填装置110からのベースバンド信号A₁ およびA₂ に変換する。この局部発振器は、受信されたデータ信号の搬送波周波数をベースバンドまたは所定の中間周波数（IF）に翻訳するよう動作する。ベースバンドまたはIFへの変換後、それは従来のA/D変換器158の動作によってデジタルビットストリームにサンプリングされ量子化される。信号の一貫性を維持するため、A/D変換器のサンプリング処理レートはチップレートの2倍である。デジタルに変換された信号は次いでA/D変換器からRAKE受信機166と同期回路168との両方に与えられる。

【0036】復調器170は同期回路168とRAKE受信機166との組合せである。同期回路168は、パイロット信号ウェルシュシーケンスW₀ およびW₃₂を乗算することにより、図5においてそれぞれRXAおよびRXBとして別個に表現される信号経路A₁ およびA₂ のパイロット信号を逆拡散することによって、同期を獲得する。各信号経路A₁ およびA₂ に対する同期回路168は、ベースバンド信号を逆拡散し、長いPNシーケンスパイロットチャネルと相関することによって、フレームエポック時間を示すフレーム同期を適切に獲得する。同期回路168は、信号経路A₁ とA₂ との間の同期外れ状態を識別することによって、ターボデコーダ172に同期情報を与える。RAKE受信機166は、シーケンス間にゼロ相関を与えるよう設計される直交拡散シーケンスW₀ ~W₆₃に依存して、衛星、ギャップ充填装置、およびマルチパス信号を自己干渉なしに組合せる。これら複数の構成要素がチップ持続期間より長くかつ1ビット期間未満だけ時間遅延されると、それらはOCDMA受信機において相関されないノイズのように見え、その受信機での信号対ノイズ比を改善するために組合せられる。RAKE受信機は、信号経路A₁ およびA₂ に*

$$\begin{aligned} & x_1(0), y_2(0), x_1(1), y_1(1), x_1(2), y_2(2) \\ & \dots (10) \end{aligned}$$

である。同様に、デマルチプレクサ182への入力は、

$$\begin{aligned} & x_2(0), y_1(0), x_2(1), y_2(1), x_2(2), y_1(2) \\ & \dots (11) \end{aligned}$$

である。デマルチプレクサ180および182の各々はRX₁ およびRX₂ データを系統的オーディオデータ情報シーケンスおよびバンクチャドパリティチェックデータシーケンスに分離する。コードコンバイナ184はバンクチャリングを取り除きコードダイバシティ組合せを達成して、インタリーブされないオーディオ信号シーケンスX₁ とデバンクチャドパリティシーケンスY₁ との系統的形式を、ターボエンコーダ122の第1の再帰型

*わたる入来信号の各々に対して別個の相関受信機を与えることにより、元の信号の時間シフトされたものを集めようと試みる。各RAKE受信機166は所定数の最強信号を組合せる。RAKE受信機166の出力RX₁ およびRX₂ の同調は、拡散するシーケンス対W_i およびW_{i+32}を選択することにより各信号を逆拡散しそれをターボデコーダ172に与えることによって行なわれる。ターボデコーダの出力はオーディオデコーダ174に与えられ、オーディオデコーダ174は増幅器およびスピーカといった出力装置176に与える。この発明の方法に従うと、エンコードされ復調されたプログラムデータシーケンス(X₁, Y₁, X₂, Y₂)はターボデコーダ172に与えられる。たとえば、ターボデコーダ172でのRX₁ 入力はx₁(0), y₂(0), x₁(1), y₁(1), ...のシーケンスを含み、ターボデコーダ172のRX₂ 入力はそれによって転送されたようにx₂(0), y₁(0), x₂(1), y₂(1), ...の組を与えられる。最終的には、これらの信号は、後にオーディオデコーダ174に与えられる非常に信頼性の高いオーディオデータ信号シーケンスを形成するよう処理される。

【0037】図6に示されるように、この発明のターボデコーダ172は、多重化された信号から別個の系統的オーディオデータシーケンスへのデマルチプレクスを行ない、パリティチェックシーケンスのバンクチャリングを取り除くという有利な点を有する。バンクチャリングを取り除きシャッフリングを再び行なうこれらの処理を通して、コード組合せが達成される。ターボデコーダ172は、チャンネルRX₁ およびRX₂ の各々をそれぞれデマルチプレクスするデマルチプレクサ180および182を有するデマルチプレクサ段178を含む。理解されることだが、デマルチプレクサ180および182への入力信号は、チャンネルノイズおよび他の外部要因で破壊された、エンコードされたオーディオデータ信号シーケンスの評価である。たとえば、デマルチプレクサ180への入力は、

系統的畳み込みエンコーダ134と対称である第1のMAPデコーダ186に出力する。さらに、このコードコンバイナ184は、インタリーブされたオーディオ信号シーケンスX₂ と対応のデバンクチャドパリティシーケンスY₂ との系統的形式をパッケージコードコンバイナ192に出力し、デバンクチャドパリティシーケンスを第2のMAPデコーダ188に出力する。たとえば、デマルチプレクサ180および182の各々がコードコン

バイナリ 184 への入力信号は、下に示されるシーケンス (12) および (13) である。コードコンバイナリ 184 からの出力は、下に示されるシーケンス (14) および (15) で示される、再シャッフルされた信号である。

【0038】

【数 5】

$$x_1(0), x_1(1), x_1(2), \dots$$

$$y_2(0), y_1(1), y_2(2), \dots \quad (12)$$

$$x_2(0), x_2(1), x_2(2), \dots$$

$$y_1(0), y_2(1), y_1(2), \dots \quad (13)$$

$$x_1(0), x_1(1), x_1(2), \dots \quad (14)$$

$$y_1(0), y_1(1), y_1(2), \dots$$

$$x_2(0), x_2(1), x_2(2), \dots \quad (15)$$

$$y_2(0), y_2(1), y_2(2), \dots$$

【0039】先にインタリーブされないオーディオ信号データからの出力 (等式 14 で表現される) は第 1 の MAP デコーダ 186 に与えられる。MAP デコーダ 186 は、ここに規定される第 2 の MAP デコーダ 188 からフィードバックループをさらに受取る。先において評価されたオーディオデータシーケンスは連続的反复の信頼性を向上させる。この信頼性情報およびフィードバックループは、ターボコード用語では「外因性情報」として示され、十分理解されている。

【0040】MAP デコーダ 186 および 188 は当該分野においては強力構成素最大帰納的確率 (MAP) デコーダとして公知である。第 1 の反复で、MAP デコーダ 186 はコードコンバイナリ 184 によって与えられる (X_1 , X_1) シーケンスの入力を受け、そのフィードバック信号はその第 1 の反复に対して中立値 (0) にセットされる。この第 1 の MAP デコーダ 186 の出力は、デコードされたオーディオデータシーケンスの信頼性であり $\Lambda_1^{(x)}$ として表現される元のオーディオデータ信号 d_k の外因性情報を示す。この情報信号がインタリーブ 190 に与えられることによって、その情報が図 3 の元のインタリーブ 132 に従ってインタリーブされる。

【0041】このインタリーブ 190 からの出力信号 $\Lambda_1^{(x)}$ はパケットコンバイナリ 192 に与えられて、コー

ドダイバーシチコンバイナリ 184 からの X_2 評価されたインタリーブされたオーディオデータシーケンスと組合せられる。このパケットコンバイナリは、先行技術に対して非常に改善されており、 $\Lambda_1^{(x)}$ の d_k 評価されたオーディオデータ情報と受け取られた d_k 情報とを組合せるよう機能または動作する。パケットコンバイナリからの信号出力は第 2 の MAP デコーダ 188 の一方入力に与えられる。このパケットコンバイナリは、帰納的確率としての対数尤度比 $\Lambda_1^{(x)}$ の値とチャネルからの X_2 に関する信頼性情報とを加算することによって、2 つの独立した評価されたシーケンスを組合せる。組合せられた、インタリーブされたオーディオデータ信頼性情報 $\Lambda_{combined}^{(x)}$ は MAP デコーダ 188 の別の入力に与えられる。この第 2 の MAP デコーダ 188 は $\Lambda_{combined}^{(x)}$ 情報および Y_2 で演算を行なう。さらに、この第 2 の MAP デコーダ 188 は、 d_k についての信頼性データを外因性フィードバック信号 $\Lambda_2^{(x)}$ として第 1 の MAP デコーダ 186 に出力することによって、連続的反复のために d_k 入力についての何らかの評価情報を与える。 $\Lambda_2^{(x)}$ は (フィードバックループの) デインタリーブ 194 および 106 に与えられ、これらデインタリーブ 194 および 196 は評価されたオーディオデータシーケンスのインタリーブを d_k に戻すよう動作する。第 2 のデインタリーブ 194 は最終の d_k 評価出力信号をハードリミッタ 198 に与える。このハードリミッタは、公知の態様にて、与えられた信号で動作することにより、所定数の反复後に d_k を形成して、たとえば、0 より上はすべて +1 を割当てられかつ 0 より下はすべて -1 を割当てられる 2 つの 2 値状態のうちの 1 つを出力する。 d_k 信号がオーディオデコーダ 174 に与えられることにより、オーディオデータ信号はデコードされ、それをユーザが聞くために、ラウドスピーカ 176 に与えられる。

【0042】この発明の例示的实施例をここにおいて添付の図面を参照しながら記載してきたが、この発明はこれら実施例そのものに限定されるものではなく、さまざまな変更および修正が、そこにおいて、当業者により、前掲の特許請求の範囲に規定されるこの説明の範囲および精神から逸脱することなく行なわれ得ることが理解されるべきである。たとえば、この発明は、全国的デジタル TV およびオーディオ放送およびデジタル情報ダウンロードサービスといった複数の信号経路を用いる任意の広域放送適用例に適用され得る。加えて、この発明は、第 1 および第 2 の放送信号 A_1 および A_2 をそこへ送信するための GPS または他のシステムのような、低軌道通信衛星網も利用し得る。

【図面の簡単な説明】

【図 1】DAB 法およびシステムの概略図である。

【図 2】DAB システムにおけるオーディオデータの流れを示す DAB 伝送法およびシステムの図である。

【図3】図2に関連してオーディオデータのチャンネルの伝送のためにプログラムデータ信号をターボエンコードする方法およびシステムの図である。

【図4】図2および図3に関連して、ターボエンコーダの出力のパンクチャドパターンを実施する方法と、2つの相補データ信号の創出および後の送信とを説明するのに用いられる図である。

【図5】DABシステムにおいてオーディオデータ信号

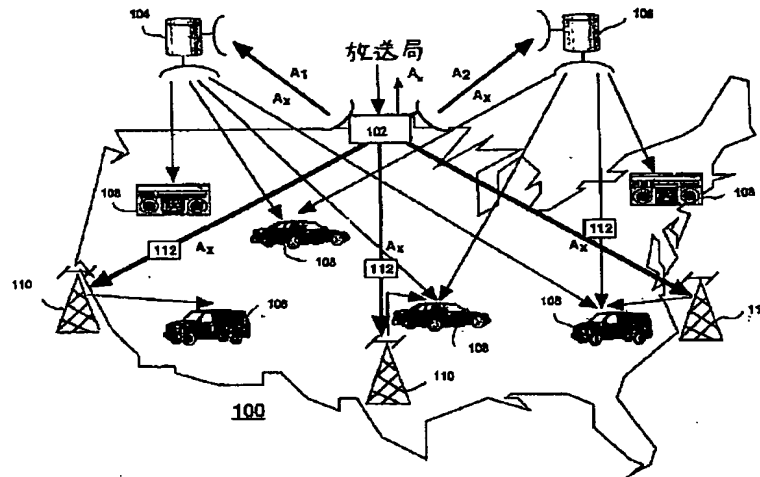
を受信するDAB受信器および方法を示す図である。

【図6】図5に関連して受け取られるオーディオデータ信号をデコードする方法を説明するのに用いられる図である。

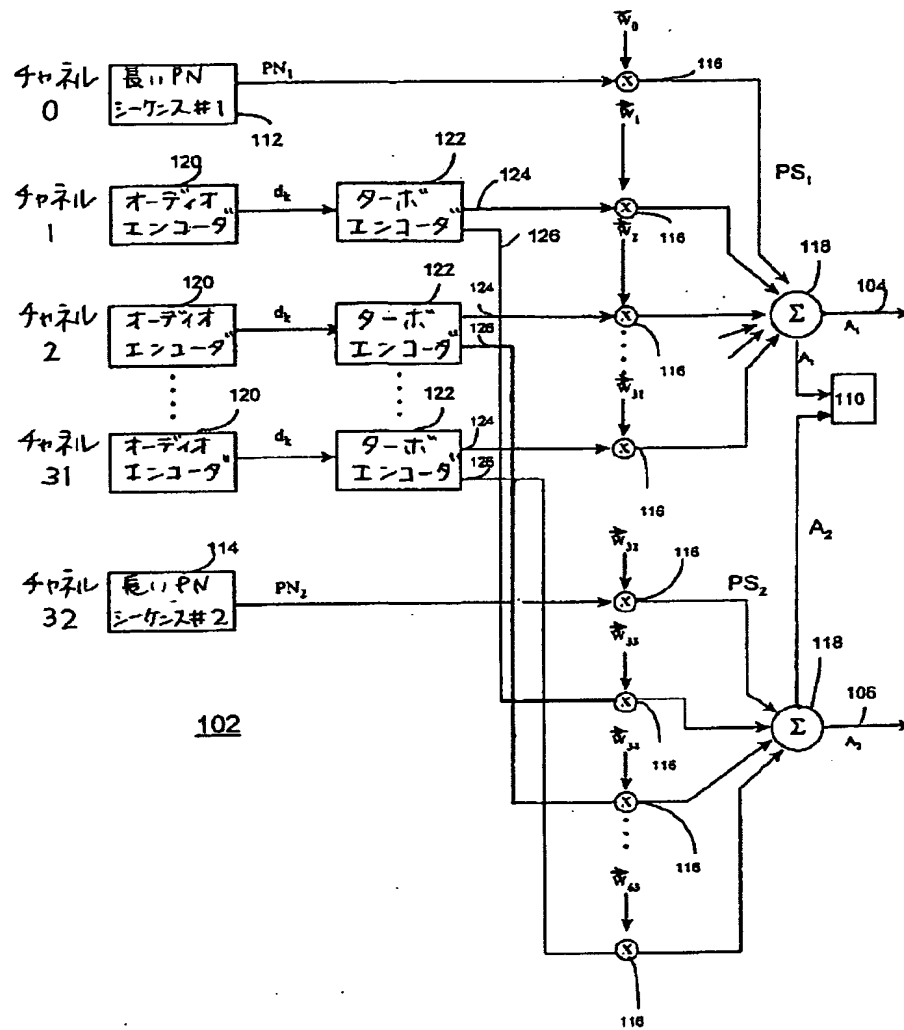
【符号の説明】

- 100 デジタルオーディオ放送（DAB）システム
- 102 放送局
- 108 受信機

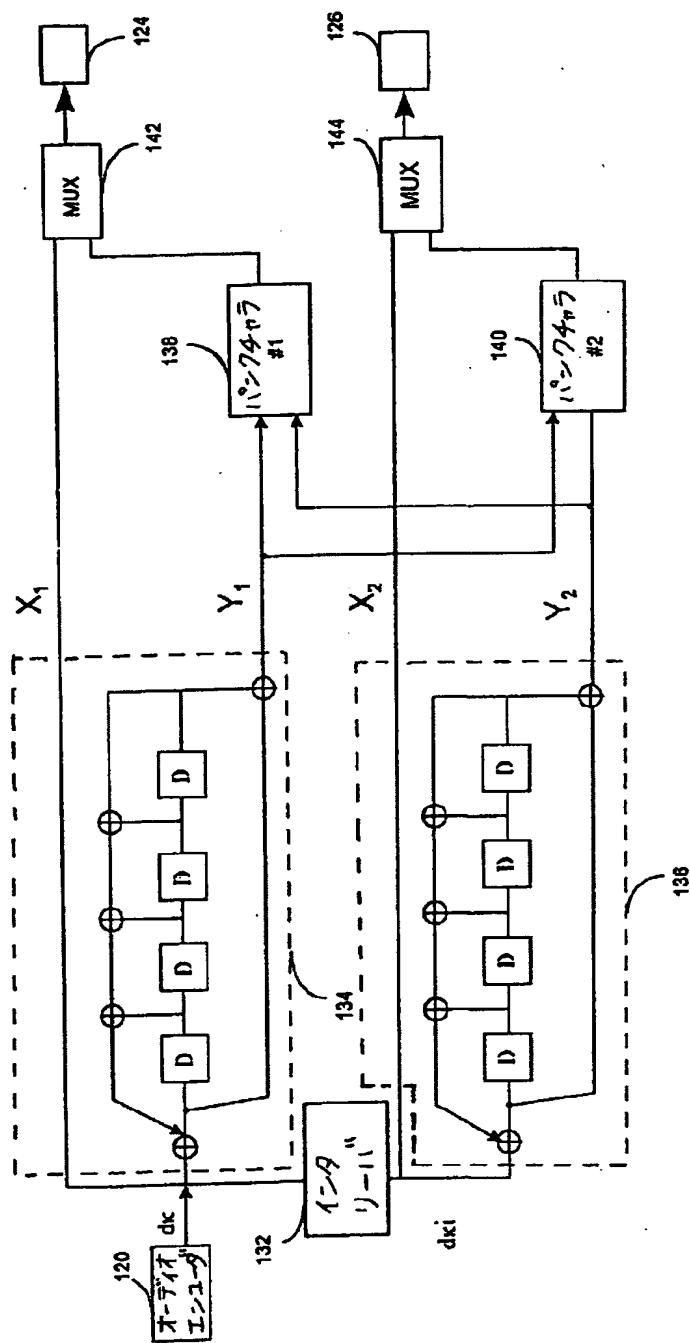
【図1】



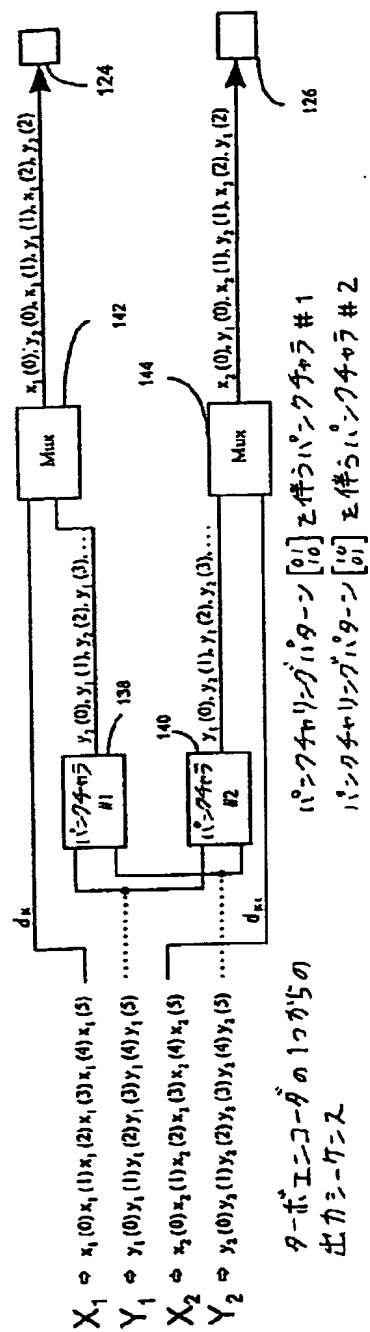
【図 2】



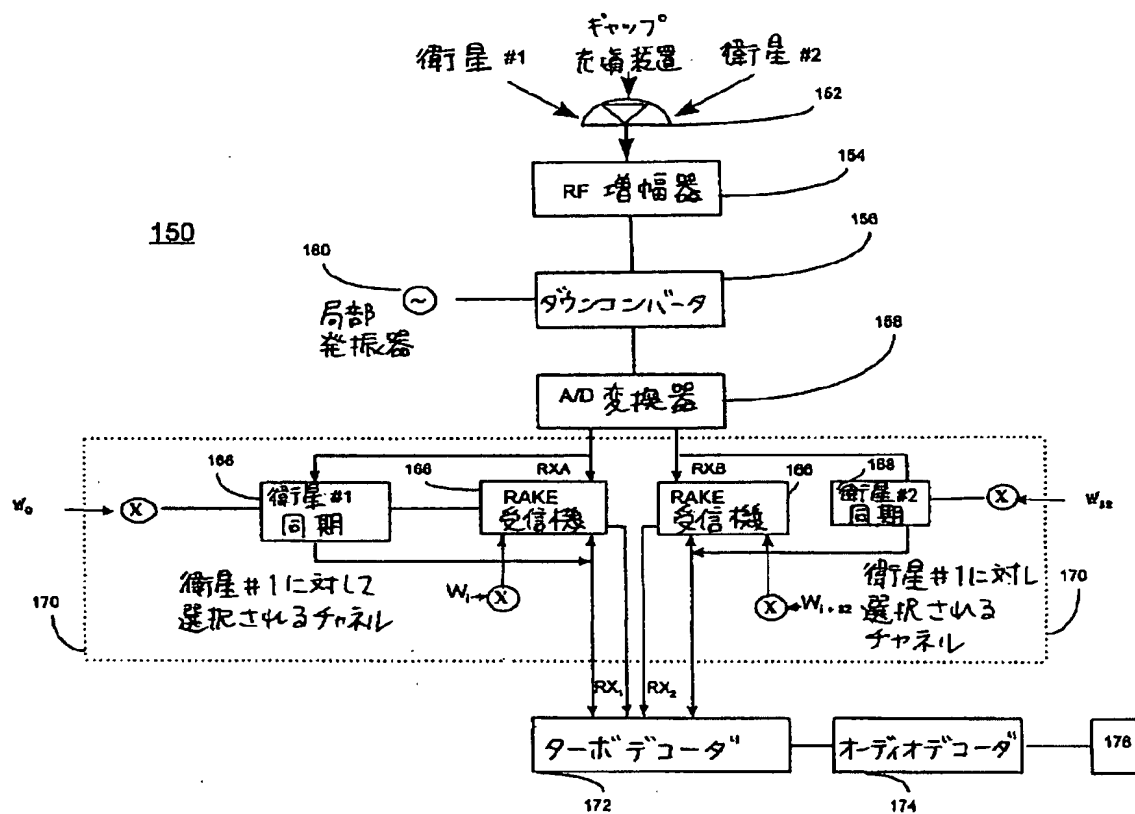
【図 3】



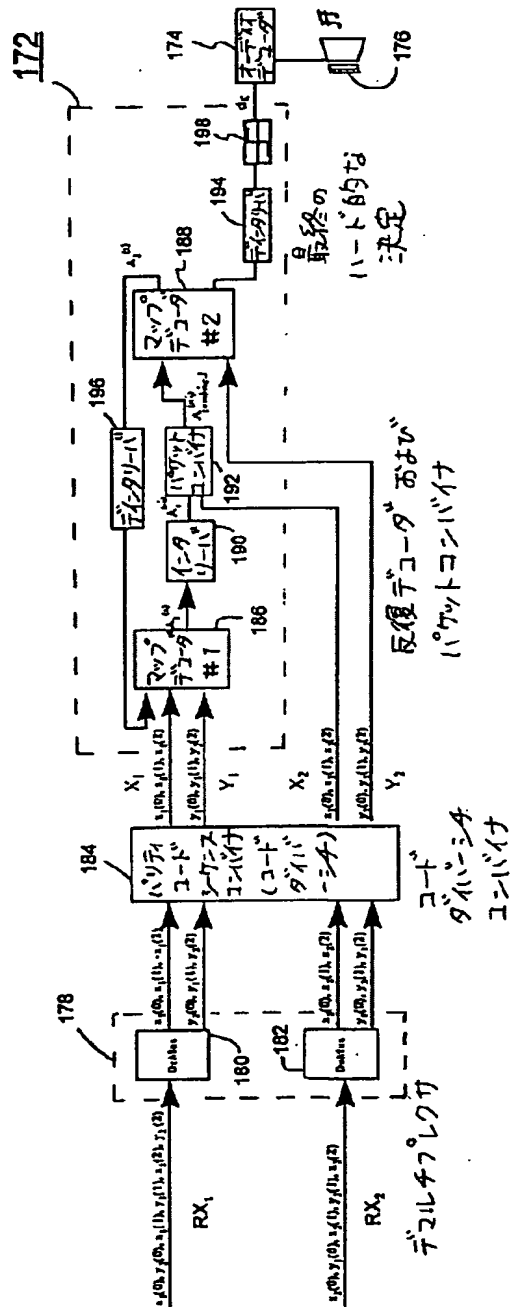
【図 4】



【図 5】



【図6】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶

H04L 1/00

識別記号

F I

H04J 13/00

G

- (54) 【発明の名称】 デジタルオーディオ放送（DAB）システム、DABシステムで通信する方法、DAB伝送システム、ターボエンコーダ回路、DABシステム用受信機、デジタル通信システム、デジタル受信機、およびデジタルコードシーケンスを有する機械読取可能媒体を含む製品